



Flächennutzungsmonitoring VII Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien

IÖR Schriften Band 67 · 2015

ISBN: 978-3-944101-67-5

Bundesweite Indikatoren zu Ökosystemleistungen

Ulrich Walz, Karsten Grunewald, Hendrik Herold, Benjamin Richter, Ralf-Uwe Syrbe, Gotthard Meinel, Stefan Marzelli

Walz, Ulrich; Grunewald, Karsten; Herold, Hendrik; Richter, Benjamin; Syrbe, Ralf-Uwe; Meinel, Gotthard; Marzelli, Stefan (2015): Bundesweite Indikatoren zu Ökosystemleistungen. In: Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch, Tobias Krüger (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VII. Boden – Flächenmanagement – Analysen und Szenarien. Berlin: Rhombos-Verlag, 2015, (IÖR-Schriften; 67), S. 279-288

Bundesweite Indikatoren zu Ökosystemleistungen

Ulrich Walz, Karsten Grunewald, Hendrik Herold, Benjamin Richter, Ralf-Uwe Syrbe, Gotthard Meinel, Stefan Marzelli

Zusammenfassung

Maßnahme 5 der EU-Biodiversitätsstrategie sieht vor, dass die Mitgliedstaaten den Zustand der Ökosysteme und ihrer Leistungen (ÖSL) kartieren und bewerten sowie die Integration in die Berichtssysteme auf EU- und nationaler Ebene bis 2020 voranbringen. Im Rahmen eines aktuellen Forschungsprojektes werden von 2014 bis 2016 quantitative Werte für ausgewählte ÖSL bestimmt und kartiert.

Ziel ist es, Methoden zur bundesweiten Erfassung und Bewertung von ÖSL weiter zu entwickeln und umzusetzen. Die Indikatoren zum flächendeckenden Monitoring von Ökosystemen und ihren Leistungen für das gesamte Bundesgebiet sollen spezifiziert und qualifiziert, auf Expertenbasis diskutiert und je nach Erfordernis und Realisierbarkeit berechnet, kartographisch und statistisch umgesetzt bewertet werden.

In diesem Beitrag werden das zu erarbeitende Indikatorensystem umrissen sowie ausgewählte Indikatoren vorgestellt. Erste vorläufige Ergebnisse liegen für die Grünversorgung in Städten und den Holzvorrat vor.

1 Hintergrund und Projektziele

Hintergrund des Forschungsprojektes ist die Umsetzung der Anforderungen und Ziele von Ziel 2, Maßnahme 5 der Europäischen Biodiversitätsstrategie. Dort heißt es, dass die Mitgliedsstaaten die Ökosystemleistungen bis 2014 erfassen, kartieren und sie einschließlich ihrer Entwicklungstendenzen bewerten (Europäische Kommission 2011, 14). Der F&E-Auftrag vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und dem Bundesamt für Naturschutz (BfN) dient der Erarbeitung der Grundlagen und Karten, die die Bundesrepublik zur Umsetzung der Maßnahmen erstellen wird. Projektziele sind:

- Aufbereitung des nationalen und internationalen Kenntnisstandes zu Ökosystemleistungs-Indikatoren;
- Weiterentwicklung und Umsetzung von Methoden zur bundesweiten Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen, aufbauend auf einer Vorgängerstudie (Marzelli et al. 2014b);
- Klärung der notwendigen Datengrundlagen und Entwicklung geeigneter Techniken;
- Abstimmung mit Experten und interessierten Kreisen;

- Berechnung von ausgewählten Indikatoren für möglichst zwei Zeitpunkte und Darstellung in Form von Karten und Statistiken;
- Diskussion und Interpretation der berechneten Indikatoren.

2 Ökosystemleistungen

Ökosystemdienstleistungen oder auch kurz Ökosystemleistungen (ÖSL) können vereinfacht als „direkte und indirekte Beiträge von Ökosystemen zum menschlichen Wohlergehen“ definiert werden (TEEB 2010, 33; Grunewald, Bastian 2013). Im Millennium Ecosystem Assessment werden ÖSL als „ecosystem services – the benefits people obtain from ecosystems“ bezeichnet (MEA 2005, 1). Im Mittelpunkt dieses anthropozentrischen Bewertungssystems stehen also die Bestandteile des menschlichen Wohlergehens, wie Nahrungsmittel, Gesundheit, Sicherheit etc. Grundlagen hierfür sind Leistungen der Ökosysteme, wie Versorgungs- und Regulationsleistungen, aber auch kulturelle Leistungen, die wiederum auf der Bio- und Geodiversität beruhen. Nur belebte Systeme können auf Dauer diese Leistungen erbringen.

Der von der europäischen Arbeitsgruppe zum „Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services“ (MAES) erarbeitete Bewertungsrahmen (European Commission 2014, 22) beinhaltet vier aufeinander aufbauende Stufen der Erfassung und Bewertung von ÖSL, die erstens die Kartierung der Ökosysteme (Biome, Habitattypen, Landnutzungsklassen), zweitens die Bewertung der Ökosystemzustände (Indikatoren, Daten) sowie drittens die Bewertung der Ökosystemleistungen (Indikatoren, Daten, Modelle) umfassen. Finaler Schritt ist viertens ein integriertes Ökosystem-Assessment, das z. B. die Wechselwirkungen zwischen dem Zustand der Ökosysteme und den bereitgestellten bzw. genutzten Leistungen betrachtet. Das hier vorgestellte Projekt fokussiert auf den dritten Schritt, also die Erarbeitung von Indikatoren und entsprechender Modelle.

3 Indikatorensystem

Klassifikation

In der MAES-Arbeitsgruppe hat man sich geeinigt, im Rahmen eines EU-weit vergleichbaren Vorgehens die ÖSL-Klassifizierung nach CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) zu verwenden (Haines-Young, Potschin 2013). Demnach werden die drei Kategorien Versorgungs-, Regulations- und kulturelle Leistungen unterschieden und weiter in Bereiche, Gruppen und Klassen unterteilt (Tab. 1). Von den 48 ÖSL-Klassen sind nach einem Screening 44 für Deutschland relevant (Marzelli et al. 2014a). Jedoch haben nicht alle die gleiche Bedeutung für die bundesweite Ebene bzw. die Datenlage lässt keine belastbaren Ergebnisse erwarten. Für 16 ÖSL-Klassen sollen im Rahmen des Projektes nationale Indikatoren entwickelt werden.

Die Priorisierung erfolgte nach der Relevanz für Naturschutz, Wirtschaft und der Flächenrepräsentativität. Hierbei sind Themen enthalten, bei denen es Synergieeffekte zwischen Naturschutz und Ökosystemleistungen gibt, beispielsweise die Renaturierung von Auen (Regulierungsleistung Hochwasserschutz), die Renaturierung von Mooren (Regulierungsleistung Kohlenstoffbindung) sowie die Landnutzung und Landschaftsstruktur bzw. -vielfalt (Erholung, Bestäubung, Erosion, Grundwasserschutz); aber auch Konflikte existieren (z. B. zu einigen Versorgungsleistungen). Marine Ökosysteme werden in diesem Projekt nicht bearbeitet werden.

Daten für ÖSL-Kartierung und Monitoring

Die Auswahl der Indikatoren befindet sich in einem Spannungsfeld zwischen den Anforderungen nach konzeptionellen Kriterien (wie theoretische und praktische Relevanz, Stellung im ÖSL-Konzept, Vermittelbarkeit und dem Raumbezug) und den Restriktionen, v. a. aufgrund der Datenlage. Hier sind die generelle Verfügbarkeit, die kartographische Darstellbarkeit, die Flächendeckung für ganz Deutschland, die regelmäßige Wiederholung der Datenerhebung (Monitoring) und die perspektivische Passfähigkeit zu EU-Anwendungen zu nennen.

Wichtige Datengrundlage ist das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS® Basis-DLM), das von den Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland erhoben und fortgeschrieben wird (Meinel, Krüger 2014). Die topographischen Objekte der Landschaft (Punkte, Linien, Flächen) sind in 190 Objektarten gegliedert und mit einer Vielzahl weiterer Attribute versehen. Viele Objektarten werden vollständig erfasst, einige erst ab 0,5 bzw. 1 ha Flächengröße. Die Fortschreibung erfolgt für alle Flächen spätestens nach fünf Jahren anhand von Luftbildern und einer Vielzahl von thematischen Einzelinformationen. Einzelne Objektarten wie Verkehrsstrassen unterliegen sogar einer Spitzenaktualisierung von weniger als einem Jahr. Damit ist das ATKIS® Basis-DLM derzeit das am besten geeignete Informationssystem zur Landnutzung, das bundesweite Informationen regelmäßig liefert und dies aufgrund des staatlichen Auftrages auch zukünftig absichert (Krüger et al. 2013). Trotz Einschränkungen enthält es wesentliche Informationen, die zur Bewertung von Landschaftsfunktionen und Ökosystemleistungen herangezogen werden können, wie z. B. Randlinien von Gehölzen (Ökotonen), Waldfragmentierung oder Hemerobie (Walz 2015; Walz et al. 2013; Walz, Stein 2014).

Darüber hinaus kommen Geofachdaten zum Boden, aus der Bundeswaldinventur oder über Retentionsflächen zum Einsatz.

Tab. 1: Im Projekt vorgesehene Bearbeitung von ÖSL-Klassen (vorläufiger Stand) nach CICES-Klassifikation (eigene Bearbeitung)

Bereich	Gruppe	Klasse
Kategorie: Versorgungsleistungen		
Nahrungsmittel	Pflanzliche und tierische Nahrungsmittel	Kulturpflanzen und deren Produkte
		Nutztiere und deren Produkte
Rohstoffe	Pflanzliche und tierische Rohstoffe	Pflanzliche und tierische Rohstoffe für direkte Nutzung und Verarbeitung
		Hier: (Teil-)Ökosystemleistung: Rohholzproduktion
Energie	Energetische Biomasse	Pflanzliche Energierohstoffe
Kategorie: Regulierungsleistungen		
Regulierung (Abbau, Festlegung etc.) von Schadstoffen und Abfällen	Regulierung durch ökosystemare Prozesse	Filtration, Festlegung, Speicherung, Akkumulation durch Ökosysteme (Grundwasserschutz)
		Verdünnung durch Atmosphäre, Süßwasser- und marine Ökosysteme (Selbstreinigung Oberflächengewässer)
Regulierung von Massenbewegungen	(Fest) Massenbewegung	Stabilisierung von Festmassen (Erde, Sand, Schnee etc.) und Regulierung von Bodenerosion (Wasser/ Wind)
	Wasserhaushalt und -abfluss	Hochwasserschutz
Erhaltung von physikalischen, chemischen und biologischen Bedingungen	Erhaltung von Lebenszyklen, Habitaten und Genpool	Bestäubung und Diasporenverbreitung
	Schädlings- und Krankheitskontrolle	Kontrolle von Schädlingen
	Luftqualität und Klimaregulierung	Globale Klimaregulierung durch Reduktion von Treibhausgasen, Kohlenstoffbindung
		Regulierung von Mikro-, Lokal- und Regionalklima
Kategorie: Kulturelle Leistungen		
		Erleben von Tieren, Pflanzen und Landschaften
Physische und kognitive Erfahrung von Lebewesen, Lebensräumen und Landschaften	Physische und erlebnisbasierte Erfahrungen/Erholung	Nutzung von Landschaften (Wandern, Sportangeln etc.)
		Hier: (Teil-)Ökosystemleistung: Erholung in der Stadt
		Ästhetik
	Andere kulturelle Leistungen	Existenzwert

4 Beispiele für Indikatoren

Im Folgenden sollen erste Vorschläge für deutschlandweit berechnete Indikatoren vorgestellt werden.

4.1 Indikator „Holzzuwachs“

Beschreibung der ÖSL: Die Produktionsleistung des Waldes, eine der bedeutendsten Versorgungsleistungen im ländlichen Raum, wird zu über 90 % durch die Holzproduktion bestimmt. Ein entsprechender Holzeinschlag befriedigt die Nachfrage nach dem vielseitig verwendbaren Rohstoff Holz.

Bedeutung der ÖSL: Die Rohholzproduktion bildet die wirtschaftliche Basis für Forstunternehmen und weiterverarbeitende Betriebe sowie die dort arbeitenden Menschen. Die Waldwirtschaft ist im Vergleich zu anderen flächenbeanspruchenden Landnutzungsformen die naturnächste Form der Bodennutzung in Deutschland (Elsasser im Erscheinen). Rohholz stellt aus anthropogener Perspektive ein Produkt dar, allerdings ist der Input von Arbeit und Kapital zur Erzeugung des Produkts relativ klein, der Beitrag der Natur (Nährstoffe, Wasser etc.) hingegen hoch, so dass der Beitrag der Natur in die Bereitstellung stark einfließt.

Indikatoren: Bei der Entwicklung von Indikatoren sollte konzeptionell unterschieden werden zwischen Indikatoren, die die tatsächliche Nutzung der Ökosystemleistung widerspiegeln (z. B. Holzeinschlag) und Indikatoren, die das jährliche Angebot an Ökosystemleistungen deutlich machen (z. B. Holzzuwachs). Weiterhin ist für eine Bewertung wesentlich, wie sich die zukünftigen Nutzungsmöglichkeiten entwickeln. Hierzu ist beim Wald z. B. die Betrachtung des Holzvorrates erforderlich. Da das Ziel der Erfassung und Bewertung von Ökosystemleistungen im Einklang mit der nationalen Naturschutzgesetzgebung letztlich die langfristige Erhaltung der Leistungsfähigkeit der Ökosysteme ist, werden zur Erfassung der Versorgungsleistung der Wälder der „forstwirtschaftlich nachhaltig nutzbare Holzzuwachs“ und der „Holzvorrat im Wald“ vorgeschlagen. Diese geben sowohl Auskunft über das jährlich nachhaltig nutzbare Angebot als auch die zukünftige Nutzbarkeit der Ökosystemleistung. Die Darstellung des jährlichen Zuwachses des Holzvorrates (Mittelwert 2002-2012 in m³) entspricht – sehr vereinfacht betrachtet – der jährlich nachhaltig entnehmbaren Holzmenge (Potenzial). Hierbei wird nachhaltig zunächst nur eng im Sinne forstwirtschaftlicher Nachhaltigkeit definiert. Die Diskussion, ob die Verwendung dieses Angebotes auch unter weitergehenden Kriterien (Grundwasserneubildung, Biodiversität, Klimaschutz/Kohlenstoffbindung) nachhaltig ist, erfolgt erst im vierten Schritt des integrierten Assessments und ist nicht Aufgabe des laufenden Projektes.

Zielformulierung: Die Zielformulierung soll perspektivisch dazu dienen, den Abstand des Indikators von einem Sollzustand oder zumindest die gewünschte Entwicklungstendenz des Indikators zu definieren. Eine Zielformulierung könnte z. B. so definiert werden, dass gesichert ist, dass die Holznutzung den jährlichen Zuwachs nicht übersteigt. Will man Schwankungen zulassen, müssten zusätzlich Referenzzeiträume genannt werden, in denen sich Nutzung und Zuwachs wieder ausgleichen müssen.

Berechnungs- und Analyseschritte (Methoden, Daten): Die Berechnung der vorgeschlagenen Indikatoren kann auf Basis der im Rahmen der Bundeswaldinventur (BMEL 2014) erhobenen Daten erfolgen. Die Bundeswaldinventur ist eine terrestrische Stichprobeninventur mit permanenten Probepunkten. Für die Verwendung von Daten der Bundeswaldinventur spricht, dass es sich um ein valides Stichprobenverfahren handelt und es eine gesetzliche Fortschreibungspflicht (alle 10 Jahre) gibt. Nachteil ist, dass aufgrund des Aufbaus der Stichprobe keine Daten für Raumeinheiten unterhalb der Bundeslandebene verfügbar sind.

4.2 Indikator „Erreichbarkeit von Grünflächen in Städten“

Beschreibung der ÖSL: Leistungen von „grünen“ Ökosystemen (grüne Infrastruktur und naturnahe Flächen wie Wälder, Parks, Grünanlagen) in Städten für Naturerleben, Erholungsaktivitäten und Ästhetik, die insbesondere zur psychischen und physischen Regeneration der Bewohner beitragen und entsprechend nachgefragt werden. Wichtige Aspekte bei der Betrachtung der Versorgung der Bevölkerung mit Erholungsflächen sind neben Anteil und Qualität insbesondere deren Erreichbarkeit und öffentliche Zugänglichkeit.

Bedeutung der ÖSL: Zwei Drittel der deutschen Bevölkerung lebt in überwiegend städtisch geprägten Kommunen, knapp ein Drittel in Großstädten mit mehr als 100 000 Einwohnern¹ (40 % in Städten mit mehr als 50 000 Einwohnern²). Die Lebensqualität der städtischen Bevölkerung wird in erheblichem Maße vom Angebot an öffentlichen Erholungsflächen und deren Ausstattung mit Vegetation mitbestimmt. Auch wenn die grüne Infrastruktur im urbanen Raum (Parks, Stadtbäume oder Rasenflächen) wenig naturnah ist, erbringen diese „Ökosysteme aus zweiter Hand“ zahlreiche Leistungen im Sinne des Naturkapitals. Sie bewirken positive gesundheitliche Wirkungen und verschönern das Stadtbild, haben aber auch mikroklimatische Effekte und stellen Lebensräume für Pflanzen und Tiere bereit (Bastian et al. 2013). Durch die Erholung in einer naturnahen oder zumindest „grünen“ Umgebung kann sich der Mensch besser regenerieren und seine Leistungsfähigkeit erhalten. Das Gesundheitssystem wird entlastet, die Arbeitsproduktivität erhalten bzw. erhöht.

¹ http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/Raumtypen2010_vbg/Raumtypen2010_alt.html?nn=443270 (Zugriff: 11.09.2015).

² http://www.bbsr.bund.de/BBSR/DE/Raumb Beobachtung/Raumabgrenzungen/StadtGemeindetyp/StadtGemeindetyp_node.html (Zugriff: 11.09.2015).

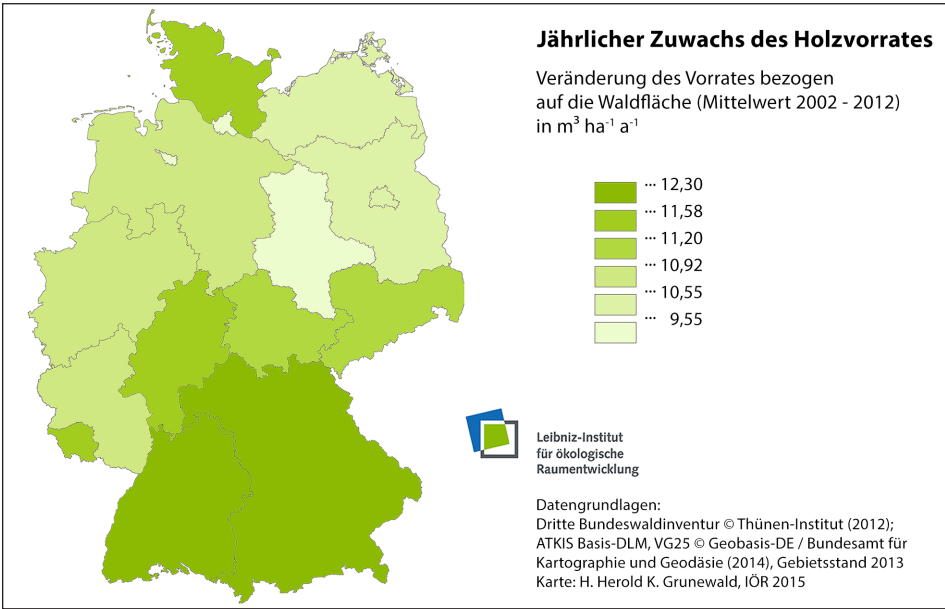


Abb. 1: Indikator: „Holzzuwachs“ (Quelle: eigene Bearbeitung, IÖR 2015)

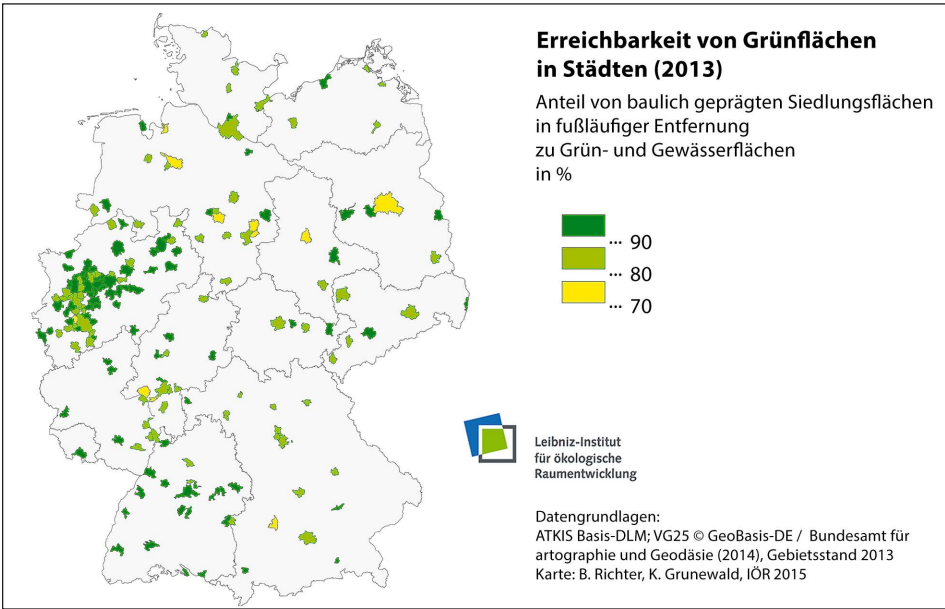


Abb. 2: Erreichbarkeit von Grünflächen in Städten (ab 50 000 Einwohner) in Deutschland (2013) (Quelle: eigene Bearbeitung, IÖR 2015)

Indikator: Der vorgeschlagene Indikator „Grünversorgung“ berücksichtigt die erholungswirksamen Grünflächen, welche der Bevölkerung in fußläufiger Entfernung zur Verfügung stehen. Er vereint Aspekte des Bestands und der Nachfrage. Untersucht wurden Städte mit mindestens 50 000 Einwohnern (Großstädte und große Mittelstädte).³

Zielformulierung: Nach Möglichkeit sollte auf 100 % des Stadtgebietes eine fußläufige Erreichbarkeit von öffentlich zugänglichen Grünflächen gegeben sein.

Berechnungs- und Analyseschritte (Methoden, Daten): Relevante Objektarten aus dem ATKIS® Basis-DLM sind einerseits die baulich geprägten Siedlungsflächen (Wohnbaufläche, Fläche gemischter Nutzung und besonderer funktionaler Prägung) sowie andererseits öffentlich zugängliche Grünflächen (Grünanlage, Park), Friedhöfe, Grünland, Streuobstwiesen, Wälder, Gehölze und Gewässerflächen. Als erster Analyseschritt erfolgt eine Pufferbildung von 300 m von Grünflächen (einschl. Gewässer) > 0,5 ha. Über die Verschneidung von Siedlungs- und Pufferflächen ergeben sich urbane Flächen in fußläufiger Entfernung zu Grünflächen. Die Bestimmung des Anteils versorgter Siedlungsfläche erfolgt dann nach folgender Formel:

$$\text{Grünversorgung} = \frac{\text{Siedlungsfläche}_{\text{fußl.Entf.Grünfläche}}}{\text{Siedlungsfläche}_{\text{ges}}} * 100$$

Denkbar wäre auch die Einbeziehung von Daten zu Einwohnern, um die Grünversorgung pro Einwohner zu berechnen. Dies würde allerdings ein Monitoring erschweren, da entsprechende Einwohnerdaten bisher nur in großen Abständen erhoben bzw. neu berechnet werden.

5 Ausblick

Im weiteren Projektverlauf soll bis Mitte/Ende 2016 ein Set von Indikatoren entwickelt, kartographisch dargestellt und interpretiert werden. Dabei werden andere Indikatorensysteme beispielsweise zur Biodiversität, zur nachhaltigen Entwicklung, Umweltindikatoren des Umweltbundesamtes (UBA) und der Länder-Kerninitiative (LIKI) auf Synergien überprüft.

Wichtig ist anzumerken, dass es bei den hier zu entwickelnden Indikatoren um eine nationale Strategiebene geht, bei der zwar durchaus regionale Schwerpunkte im Angebot und im Bedarf nach Ökosystemleistungen identifiziert werden können; es geht allerdings nicht um ein lokales Management, bei dem es wesentlich detaillierterer Informationen bedarf. Eine Herausforderung ist es dabei, den Mittelweg zwischen wissenschaftlicher Exaktheit und der Notwendigkeit vereinfachter Methoden und Darstellungen zu finden.

³ Ähnliche Ansätze im laufenden Forschungsvorhaben „Ökonomische Effekte der Ökosystemleistungen städtischer Grünräume/TU-Berlin“.

Nach Abschluss des Projektes sollen ausgewählte Indikatoren in den Monitor der Siedlungs- und Freiraumentwicklung (s. a. www.ioer-monitor.de) übernommen werden.

6 Literatur

- Bastian, O.; Grunewald, K.; Syrbe, R.-U. (2013): Klassifikation von ÖSD. In: Grunewald, K.; Bastian, O. (Hrsg.): Ökosystemdienstleistungen. Konzepte, Methoden und Fallbeispiele: 48-56; Heidelberg, Springer.
- BMEL – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2014): Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der dritten Bundeswaldinventur. 52 S.; Berlin.
- European Commission (2014): Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services: Indicators for ecosystem assessments under Action 5 of the EU Biodiversity Strategy to 2020. – Technical report, 080/2014. (2nd Report – Final).
- Europäische Kommission (2011): Lebensversicherung und Naturkapital: Eine Biodiversitätsstrategie der EU für das Jahr 2020. 19 S. (KOM(2011) 244 endgültig).
- Elsasser, P. (im Erscheinen): Naturkapital des Waldes. In: TEEB DE (Hrsg.): Ökosystemleistungen in ländlichen Räumen und ihre Inwertsetzung. Naturkapital Deutschland. Naturkapital Deutschland TEEB DE, Bericht 2.
- Grunewald, K.; Bastian, O. (Hrsg.) (2013) Ökosystemdienstleistungen. Konzept, Methoden und Fallbeispiele. Springer-Spektrum Berlin, Heidelberg
- Haines-Young, R. H.; Potschin, M. (2013): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012: Report to the European Environment Agency. Revised January 2013. 19 S.; Nottingham.
- Krüger, T.; Meinel, G.; Schumacher, U. (2013): Land-use monitoring by topographic data analysis. In: Cartography and Geographic Information Science, 40(3)/2013, 220-228.
- Marzelli, S.; Grêt-Regamey, A.; Köllner, T.; Moning, C.; Rabe, S.-E.; Daube, S.; Poppenborg, P.; Riedel, M.; Sommer, L.; Moos, V. (2014a): TEEB-Deutschland Übersichtsstudie. Teil A: Bilanzierung von Ökosystemleistungen: Im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz. 347 S.
- Marzelli, S.; Grêt-Regamey, A.; Moning, C.; Rabe, S.-E.; Koellner, T. (2014b): Die Erfassung von Ökosystemleistungen. Erste Schritte für eine Nutzung des Konzepts auf nationaler Ebene für Deutschland. – Natur und Landschaft, 89(2)/2014).
- MEA – Millennium Ecosystem Assessment (2005): Ecosystems and Human well-being: Biodiversity Synthesis. 85 S.; Washington, DC.
- Meinel, G.; Krüger, T. (2014): Methodik eines Flächennutzungsmonitorings auf Grundlage des ATKIS-Basis-DLM. – Kartographische Nachrichten, 64(6)/2014, 324-331.
- TEEB – The Economics of Ecosystems and Biodiversity (2010): Mainstreaming the economics of nature: a synthesis of the approach, conclusions and recommendations of TEEB. 36 S. (UNEP).

- Walz, U. (2015): Indicators to monitor the structural diversity of landscapes. – *Ecological Modelling*, 295(1)/2015, 88-106.
- Walz, U.; Krüger, T.; Schumacher, U. (2013): Fragmentierung von Wäldern in Deutschland – neue Indikatoren zur Flächennutzung. *Natur und Landschaft*, 88(3)/2013, 118-127.
- Walz, U.; Stein, C. (2014): Indicators of hemeroby for the monitoring of landscapes in Germany. *Journal for Nature Conservation*, 22(3)/2014, 279-289.